

3数据链路层和点对点

2019年5月3日 19:50

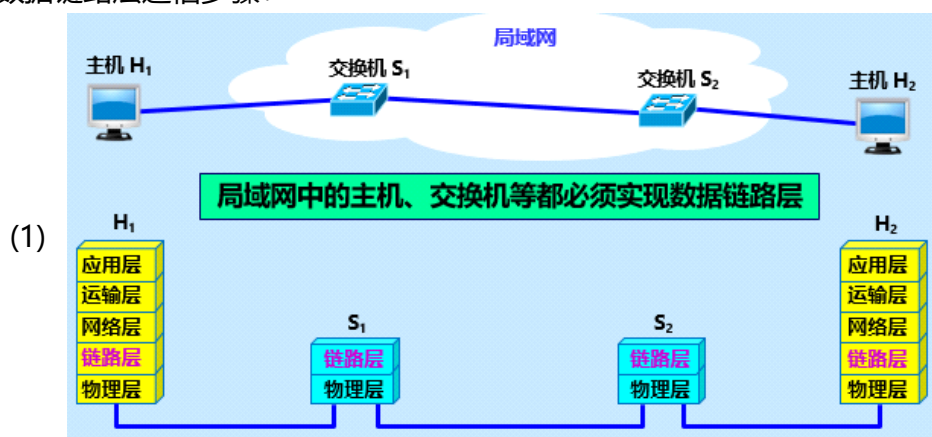
- ◆
- ◆ 数据链路层

1- 数据链路和帧

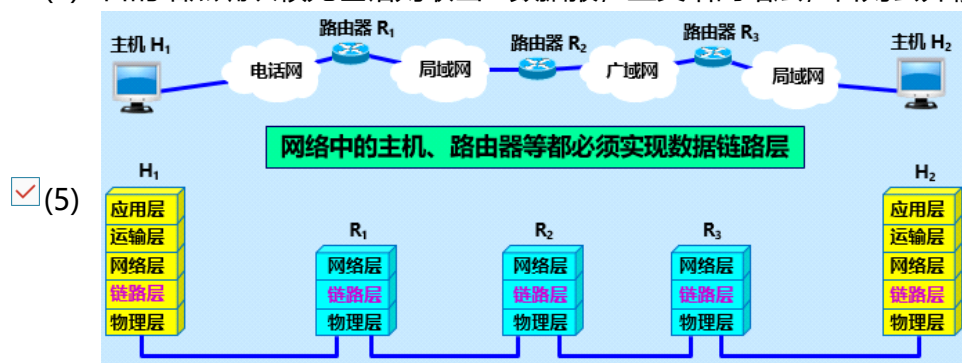
1. link链路：从结点到相邻结点的物理线路（也可以是无线的）
 - (1) 是路径的组成部分，又称物理链路，对应将数据链路称为逻辑链路
2. data link数据链路=物理线路+通信协议（的硬件实现和软件实现）
 - (1) **通信协议的硬软件实现可统称为网络适配器**
 - (2) 这些通信协议也称procedure规程
3. frame帧：数据链路层基本协议数据单元
 - (1) 而网络层的PDU是IP数据报（或称数据报、分组、包）
 - (2) 帧中部分数据是需要上交给网络层的IP数据报

2- 数据链路层

1. 数据链路层通信步骤：



- (2) 将网络层交下来的IP数据报封装成帧，添加首部和尾部
- (3) 将帧发送给目的结点的数据链路层
- (4) 目的结点确认帧无差错则取出IP数据报，上交给网络层，否则丢弃帧



2. 两种信道

- (1) 点对点信道：一对一的点对点通信
- (2) 广播信道：一对多的广播信道

3- 三大基本问题

1. framing封装成帧：给数据报前后添加首部和尾部

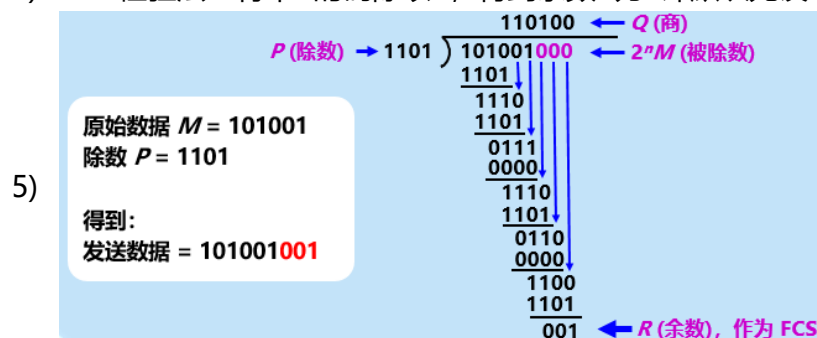
- (1) 首部和尾部的作用之一是帧定界，并初步判断帧内容是否完整
- (2) 可打印字符：键盘47键内容及其shift后的内容+空格=95种字符
- (3) 当数据内容都是可打印字符时，帧定界符可以简单地用Start Of Header和End Of Transmission联合控制字符表示（分别是二进制码0001和0100）

2. transparent transmission透明传输

- (1) 指任何数据都能无差错地，感受不到数据链路层一般地传输
- (2) 若数据非纯ASCII码文件，且恰出现了SOH或EOT，会判断失误
- (3) 为防止以上这种错误影响透明传输，可以使用byte stuffing字节填充或称character stuffing字符填充，即在类似控制字符的数据前添加转义字符ESC（十六进制1B），并在ESC前也添加ESC（接收端再删除）

3. error detection差错检测

- (1) 比特错误：1变成0或0变成1，与噪声有关
 - 1) Bit Error Rate误码率BER：错误比特数占总比特数的比率
 - 2) Cyclic Redundancy Check循环冗余检验法CRC：在数据后添加检测用的冗余码，该码又称Frame Check Sequence帧检验序列FCS
 - 3) FCS求法：给M位原码乘以 2^n （即左移n位），再除以一个实现预定号的除数P（生成多项式），得到的n位余数R即为FCS（此处除法中用到的减法是模2不借位减法，即异或）
 - 4) CRC检验法：将带R的码除以P，得到余数R为0即默认无误



- (2) 非比特错误的传输错误：帧丢失、帧重复、帧失序
 - 1) 解决方法：帧编号、确认、重传机制
 - 2) 对于通信质量良好的优先传输链路，现在一般不要求确认和重传，改正差错的任务交给上层协议完成（如运输层的TCP）
 - 3) 以上做法可以提高通信效率，但不能视作可靠传输，真正的可靠传输协议在第五章



◆ 点对点协议Point-to-Point Protocol

1- PPP协议的特点

- (1) 在通信线路质量较差的年代，普遍希望数据链路层能提供足够可靠的传输协议，当时使用的是High-level Data Link Control高级数据链路控制HDLC协议
- (2) 1994年起简单的PPP协议成为了互联网的正式标准
- (3) PPP不支持多点线路通信，不支持单工通信和半双工通信，即只支持全双工链路的点对点通信

- (4) 另外，因为TCP/IP族的可靠传输交给了TCP协议负责，所以PPP不需要考虑纠错、设置序号、流量控制

1. PPP协议应满足的需求

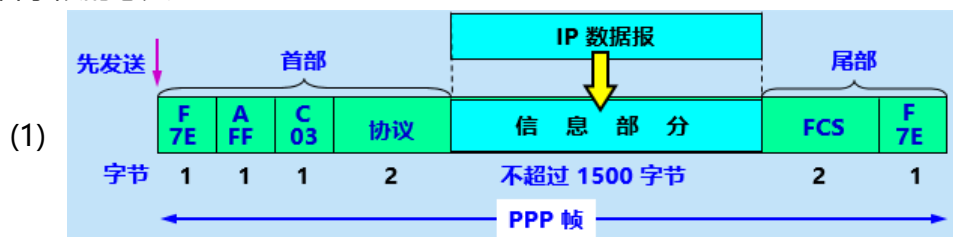
- (1) 首要需求：简单、互操作性高
- (2) 封装成帧：对帧定界符达成共识
- (3) 透明性：实现透明传输
- (4) 兼容网络层：在同一物理链路上支持多种网络层协议
- (5) 兼容物理链路：在串行或并行、同步或异步、高或低速、电或光、动态或静态（交换或非交换）的各种链路上都能运行（如1999年公布的PPP over Ethernet，使任何用户都能轻松连接上到ISP的宽带链路）
- (6) 差错检测：对有明显差错的帧立即丢弃
- (7) 检测连接状态：几分钟内自动检测一次工作状态是否正常
- (8) 最大传送单元MTU：设置Maximum Transmission/Receive Unit值
- (9) 网络层地址协商：使两个网络层实体能得知彼此的网络层地址，这对拨号连接的链路特别重要
- (10) 数据压缩协商：协商压缩算法，不过并不需要标准化压缩算法

2. PPP协议的组成

- (1) 将IP数据报作为信息封装到串行链路的方法，又分为支持无奇偶检验的8比特异步链路和面向比特的同步链路
- (2) 建立、配置和测试数据链路连接的Link Control Protocol链路控制协议LCP，包含一些选项供通信双方协商
- (3) 一套Network Control Protocol网络控制协议NCP，用于支持各种网络层协议

2- PPP协议的帧格式

1. 各字段的意义



- (2) F是帧定界符；AC是默认有的保留字段，暂时无义；FCS是检验码
- (3) 协议字段视信息部分而变：0x0021代表 IP 数据报；0x8021代表网络控制数据；0xC021代表 PPP 链路控制数据；0xC023代表鉴别数据

2. 字节填充

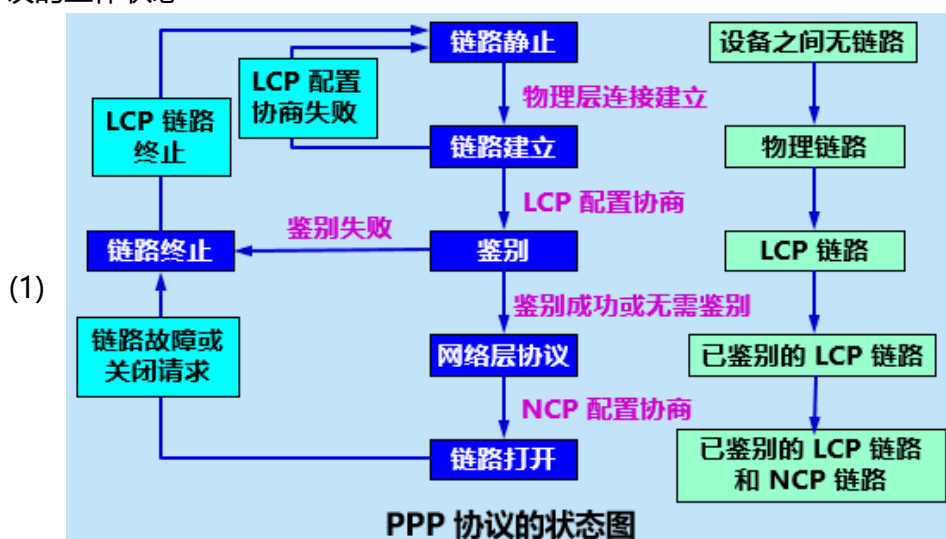
- (1) 将转义字符定义为0x7D=01111101
- (2) 将信息部分的0x7E转换为0x7D5E
- (3) 将信息部分的0x7D转换成0x7D5D
- (4) 将信息字段的ASCII码转换为0x7D+一对应的其他字节

3. 零比特填充

- (1) 在SONET/SDH链路中，PPP协议会使用不逐个字符传输的并行传输
- (2) 此时需要避免出现连续6个1的，被误以为是边界符的情况

- (3) 解决方法是每发现连续5个1就立刻发1个0，而接收方若未接受到连续六个1，就自动删除第5个1后面的0

3- PPP协议的工作状态



- 工作起始和终止状态都是Link Dead链路静止状态，此时无物理层连接
- 当电脑通过调制解调器呼叫路由器，并让路由器检测到调制解调器发出的载波信号后，PPP就开始进入Link Establish状态准备建立链路层LCP连接
 - 首先是通过Configure-Request配置请求帧协商配置选项
 - Configure-Ack：确认接受所有选项
 - Configure-Nak：确认理解选项但不能接受
 - Configure-Reject：无法识别或不能接受选项，需要协商
 - 选项包括：最大帧长、authentication protocol鉴别协议、是否使用PPP帧的固定无义字段
- 协商结束后进入Authenticate鉴别状态
 - 只允许传送LCP协议的分组、鉴别协议的分组及检测链路质量的分组
 - 如果使用Password Authentication Protocol口令鉴别协议PAP，则需要发起通信的一方发送身份标识和密码
 - 如果使用更复杂的Challenge-Handshake Authentication Protocol握手鉴别协议CHAP，则安全性会更高（协议原理是单向提出问题，等待对方返回正确答案后才允许继续连接，这个答案通常要靠事先约定好的哈希函数来实现，这个三次握手过程在连接成功后也可以定期反复进行）
- 鉴别失败后进入Link Terminate链路终止状态，回到静止态
- 鉴别成功后进入Network-Layer Protocol网络层协议状态
 - 两端的NCP根据不同的网络层协议交换特定的网络控制分组
 - 如某一段使用IP协议时，两端都要配置好IP Control Protocol IP控制协议 IPCP，并定好帧内协议字段内容
 - 必要时还可协商压缩算法和IP首部要不要跳过无义字符
 - 可见PPP协议作为数据链路层协议的同时也考虑到了物理层和网络层
- 协议配置完闭后链路进入Link Open链路打开状态
 - 两个端点可以开始彼此发送分组
 - 必要时也可发送Echo-Request回送请求分组和Echo-Reply会送回答分组，

用于检测链路的状态

7. 分组传输完后，可由任一端发送Terminate-Request终止请求，再确认Terminate-Ack终止确认后转入链路终止态

(1) 链路故障后也会回到链路终止状态

(2) 当调制解调器的载波停止后，链路会从终止态回到静止态

1)

2)

3)

4)

5) -----我是底线-----